

基于信息可替代的有色金属产业安全指标体系构建与评估

朱学红, 邹佳纹, 黄健柏

(中南大学 商学院, 长沙 410083)

摘要:根据我国有色金属产业的特点提出了适用于评价我国有色金属产业安全的指标体系,并从信息可替代的视角对指标体系进行了修正。根据修正后的指标体系对我国2001~2015年间的有色金属产业安全状况进行了评估。研究发现:①利润率、产业国际竞争指数、市场增长率、研发投入强度、对外依存度、国内资本份额是评价我国有色金属产业安全的核心指标;②我国有色金属产业安全从“十五”到“十二五”处在不安全的状态,研发投入强度常年偏低,进口对外依存度一直过高是造成这种状况的主要原因;③利润率、市场增长率和出口对外依存度是主导我国2001~2015年有色金属产业安全度变化的因素。

关键词:有色金属;产业安全;安全评估

DOI:10.13956/j.ss.1001-8409.2019.02.08

中图分类号:F426

文献标识码:A

文章编号:1001-8409(2019)02-0038-05

Construction and Evaluation of Non-ferrous Metal Industry Safety Index System Based on Information Substitutable

ZHU Xue-hong, ZOU Jia-wen, HUANG Jian-bai

(School of Business, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: On the basis of reviewing the previous theory of industrial safety, this paper puts forward an index system for evaluating the safety of non-ferrous metal industry in China based on the characteristics of non-ferrous metal industry in our country, and revising the index system from the perspective of information substitution. Based on the revised index system, the article evaluates the safety situation of nonferrous metals industry in China in 2001~2015. Results show that: (1) profit rate, industrial international competition index, market growth rate, R & D input intensity, foreign dependence degree, domestic capital share are the key indexes to evaluate the safety of non-ferrous metal industry in China; (2) Chinese non-ferrous metal industry safety is in the unsafe state from 2001~2015; (3) profit rate, market growth rate and external dependence on exports are the main driving factors leading to the change of Chinese non-ferrous metal industry's safety degree in the past 2001~2015 years.

Key words: nonferrous metals; industrial safety; safety assessment

有色金属种类繁多,应用广泛,相关产品在经济建设、国防建设等方面发挥着重要作用。有色金属产业是制造业的重要基础原材料产业,也是实现制造强国的基础保障,保证其产业安全不仅关系到该产业自身的健康发展,更是关系到其下游诸多产业的竞争力^[1]。因此,有色金属产业安全问题一直是学术界关注的重点。

近年来有研究从供应的角度探讨了有色金属产业安全问题。例如,Tiess研究了环境规制对有色金属供应安全的影响^[2]。Habib等测算了多种有色金属的地缘政治风险^[3]。Gemechu等评估了稀土、锑、铍等稀有金属的地缘政治供应风险^[4]。也有研究从价格的角度探讨了有色

金属产业安全问题。例如,Kim和Ando研究了引起有色金属价格波动的原因^[5]。Zhang Y J和Zhang L研究了新兴国家的经济复苏对有色金属价格的影响^[6]。还有一些研究则是探讨外部因素对本国有色金属企业股价波动的影响。例如,Hu等研究了国际铜价格冲击对中国铜企业股价的影响^[7]。虽然已有诸多研究对有色金属产业安全问题进行了探讨,但依然缺乏相关研究定量测算和评估中国有色金属产业安全度、分析近年我国有色金属产业安全的变化趋势以及隐藏在其背后的根本原因。

从产业安全评价研究看,已有研究针对工业整体或者制造业整体进行了产业安全评价^[8]。也有研究对个别行

收稿日期:2018-07-03

基金项目:国家自然科学基金项目(71633006、71874210)

作者简介:朱学红(1962—),女,湖南长沙人,博士、教授,研究方向为产业经济、资源经济;邹佳纹(1990—),男,湖南常德人,博士研究生,研究方向为金属资源安全战略(通讯作者);黄健柏(1954—),男,湖南临武人,博士、教授,研究方向为金属资源安全战略。

业进行了评价。例如,朱丽萌结合农业产业的特点,从竞争力、对外依存度、粮食供给三个方面评价农业产业安全^[9]。王丽等从产业生存力安全和产业发展力安全两个角度对我国零售业的产业安全进行了评价^[10]。史欣向等构建了以市场和创新为中心的二维评价指标体系对高技术产业安全进行了评价^[11]。以上研究对于有色金属产业安全评估提供了有益借鉴,但依然存在一些不足。首先,以往研究主要从理论出发构建产业安全评价指标体系,对于构建出的指标体系并未带入所评价行业的实际数据以检验指标体系的合理性。其次,以往的产业安全观主要从经济安全的视角出发构建产业安全评价指标体系,显然不能满足全面维护新时期复杂环境下有色金属产业安全的需求。最后,由于从理论上初步构建的指标体系中含有大量指标,这些指标之间存在一些潜在的相互影响关系,将导致评价信息过度重叠,造成评价结果的不合理。

基于此,本文先在以往研究的基础上结合有色金属产业的特点从理论上提出有色金属产业安全评价指标体系,然后采用基于指标信息可替代性的指标筛选方法,降低评价指标间的信息重叠程度,剔除对综合评价结果影响较弱的指标,并对修正前后指标体系的有效性进行对比。最后,使用优化后的指标体系对近年来有色金属产业安全状态进行评价与分析。

1 有色金属产业安全指标体系初步构建

早期产业安全研究强调产业的产权归属问题,对产业安全水平的测度采用一国在对外开放中所达到的国民产业权益实际份额与其最佳状态时的最佳份额的偏离度表示。后续产业安全的概念主要强调对产业的控制权,主要用控制力的强弱度量产业安全。随着研究的进一步深入,有研究者认为产业安全必须考虑产业发展问题,不能单纯通过控制权衡量,此时的产业安全衡量主要体现在发展和控制两个维度上。近年来的研究主要是综合了以往产业安全观,从产业国际竞争力、产业国内生存环境、产业控制力、产业对外依存四个维度进行综合评价。然而,有色金属产业作为一种高耗能、高污染的资源型产业,其产业安全的内涵势必更为复杂。结合以往的产业安全理论、生产要素理论、可持续发展理论等,本文认为有色金属产业安全评价至少应涉及经济安全、生态安全、资源安全三个方面。

不少学者构建了经济维度的产业安全评价指标体系,其中最为经典的有“经济安全论坛”提出的制造业安全模型体系,由“中国入世后产业安全与政府规制研究”课题组提出的产业安全指标体系和景玉琴对二者进行优化后提出的产业安全指标体系^[8]。本文对于经济方面的评价主要借鉴景玉琴的指标体系。

然而,单纯地以经济指标评价有色金属产业安全的状态已经不符合当前的国家发展观。事实上,改革开放已使我国有色金属行业的发展有了翻天覆地的变化,但这一发展在提高产能、提升产品质量的同时,也带来了不可忽视的生态环境问题。单位产品资源消耗大、环境污染重的粗放型经济增长方式,使得中国有色金属行业形成了能耗高、水耗大、三废产量大的格局,对行业的可持续发展形成了巨大压力^[12]。虽然以往在探讨产业安全的过程中有研究尝试过将生态环境指标纳入产业安全评价指标体系中,例如朱建民和魏大鹏将能源利用率作为反映产业安全的指标^[8]。谭飞燕等从低碳视角构建了产业安全评估体系^[13]。但这些研究所探讨的行业主要以制造业为主,并未面临有色金属行业高污染的特征,也自然未将生态环境

指标作为单独的维度纳入产业安全的评估中。因此,本文将生态环境因素纳入产业安全的评价指标体系中以对以往研究进行补充。另一方面,有色金属行业其本质是资源型行业,相关资源的可持续能力也是影响产业安全的重要因素之一。为此,本文还引入一些衡量资源可持续性的指标用以反映有色金属的产业安全态势。基于此,构造有色金属产业安全指标体系如表1所示。

表1 有色金属产业安全指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
产业发展环境	经济发展速度	市场需求增长率 固定资产投资增长率
	产业资本环境	资本成本
	产业劳动力环境	劳动力素质 劳动力成本
	产业科技环境	R&D经费投入强度
产业竞争力	国内现实竞争力	成本利润率 劳动生产率
		产业国际市场占有率
	产业国际竞争力	产业贸易竞争力指数 显性比较优势指数
产业控制力	产业市场控制力	国内市场份额
	产业股权控制力	国内资本份额
产业对外依存度	产业进口对外依存度	
	产业出口对外依存度	
产业可持续发展能力	生态环境可持续能力	废水排放强度 固废排放强度
		废气排放强度
	资源可持续能力	矿石回收率 矿石贫化率

资料来源:作者自行整理

2 基于信息可替代的指标筛选

2.1 指标筛选模型

首先通过计算累计信息贡献率剔除贡献率小的指标。具体计算过程与公式如下:

$$C_i = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (x_{ki} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ki})^2 / (\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ki})} \quad (1)$$

其中, C_i 为指标 X_i 的信息含量,表示其蕴含信息量的大小。根据所计算的信息含量,对含量较大的前 p 个指标求得累积信息贡献率 r_p ,使得 $r_p \geq r_0 \geq r_{p-1}$ 。

$$r_p = \sum_{i=1}^p C_i^* / \sum_{i=1}^n C_i \quad (2)$$

参考陈洪海^[14]的研究,本文选择 $r_0 = 85\%$ 作为筛选标准保留前 p 个指标。

接下来,对剩余的 p 个指标计算出相关系数矩阵 $R = (r_{ij})_{p \times p}$,进而求得指标 X_i 的信息可替代 $R_i (i=1, 2, \dots, p)$,反映能被其他指标替代的程度(若 $R_i > \bar{R}$ 则剔除指标),其中:

$$R_i = \frac{1}{p-1} \sum_{x_j \in D_{i,j} \setminus \{x_i\}} r_{ij}^2 \quad (3)$$

2.2 数据来源与处理过程

本文所取相关财务指标数据来自于《中国工业经济年鉴》;有色金属产量、消费量、进出口额以及技术经济指标数据取自《中国有色金属工业年鉴》和《有色金属工业统计资料汇编》;研发费用等取自《中国科技统计年鉴》;废水排放量等环境数据取自《中国环境统计年报》和《中国环境年鉴》。

需要特别说明的是,由于统计数据的缺失,本文所使用的有色金属消费量仅包括精炼铜、精炼铝、精炼铅、精炼镍、精炼锑、锌锭,有色金属产量包括十种常用有色金属

属,不含贵金属、稀土金属等。在计算回收率与贫化率时根据不同种类有色金属产量进行了加权平均。资本成本使用中国银行一年期贷款基准利率进行替代。本文所使用货币数据均进行了平减处理,显性比较优势指数参考史欣向等^[11]的方法进行计算,劳动力素质使用R&D人员折合全时当量与行业平均从业人数的比值进行度量,“三废”排放强度使用相应排放量除以有色金属产量进行度量。

2.3 筛选结果分析与指标体系优化

首先对基于理论分析构建的初步指标进行编号,具体结果如表2所示。

表2 有色金属产业安全评价指标编号

序号	指标	序号	指标	序号	指标	序号	指标
1	市场需求增长率	6	R&D经费投入强度	11	显性比较优势指数	16	矿石贫化率
2	固定资产投资增长率	7	成本利润率	12	废水排放强度	17	国内市场份额
3	资本成本	8	劳动生产率	13	固废排放强度	18	国内资本份额
4	劳动力素质	9	产业国际市场占有率	14	废气排放强度	19	产业进口对外依存度
5	劳动力成本	10	产业贸易竞争力指数	15	矿石回收率	20	产业出口对外依存度

资料来源:作者自行整理

根据式(1)和式(2),本文计算了初始指标体系的累计贡献率,并据此进行初步的指标筛选,结果如表3所示。参考陈洪海^[14]的研究,以累积贡献率85%为标准剔除贡献排序靠后的指标,保留市场需求增长率、产业进口对外依存度等前13个指标,保留初始指标体系共计88.5%的信息含量。

表3 基于指标信息含量的指标初筛结果

基于指标信息含量的指标初筛					
指标	信息含量 Ci	排序后的 Ci*	排序后的 指标	累积信息 贡献率 rp	指标暂时 保留情况
X1	1.099	1.228	X19	0.128	保留
X2	0.146	1.099	X1	0.242	保留
X3	0.228	1.005	X7	0.347	保留
X4	0.461	0.684	X8	0.418	保留
X5	0.525	0.672	X11	0.488	保留
X6	0.390	0.529	X18	0.543	保留
X7	1.005	0.525	X5	0.597	保留
X8	0.684	0.523	X16	0.652	保留
X9	0.354	0.516	X20	0.705	保留
X10	0.290	0.290	X10	0.759	保留
X11	0.672	0.461	X4	0.807	保留
X12	0.043	0.39	X6	0.848	保留
X13	0.037	0.357	X14	0.885	保留
X14	0.357	0.354	X9	0.922	删除
X15	0.516	0.516	X15	0.952	删除
X16	0.523	0.228	X3	0.976	删除
X17	0.009	0.146	X2	0.991	删除
X18	0.529	0.043	X12	0.995	删除
X19	1.228	0.037	X13	0.999	删除
X20	0.516	0.009	X17	1.000	删除

资料来源:作者自行整理

根据相关系数矩阵,本文计算出上一步骤保留的13个指标信息可替代值以及 $\bar{R}$ 值,剔除可替代性高于 $\bar{R}$ 的指标,最终保留利润率在内的7个指标,具体结果见表4。

表4 基于指标信息替代的指标初筛结果

指标	指标的信息 可替代 Ri	指标保留 情况	指标	指标的信息 可替代 Ri	指标保留 情况
X1	1.557	保留	X11	3.028	删除
X4	4.882	删除	X16	4.800	删除
X5	4.685	删除	X17	4.989	删除
X6	1.184	保留	X18	1.601	保留
X7	0.895	保留	X19	1.296	保留
X8	4.915	删除	X20	1.430	保留
X10	2.259	保留	$\bar{R}$	2.886	

资料来源:作者自行整理

修正后的产业安全指标体系如表5所示。

表5 修正后的产业安全评价指标体系

序号	一级指标	二级指标
1	产业发展环境维度	市场需求增长率
6		R&D经费投入强度
7	产业竞争力维度	成本利润率
10		产业贸易竞争力指数
18	产业控制力维度	国内资本份额
19	产业对外依存维度	产业进口对外依存度
20		产业出口对外依存度

资料来源:作者自行整理

为了对比指标体系的有效性,本文参考付允和刘怡君^[15]的研究成果,计算了两个指标体系的冗余度、灵敏度和趋势度,结果显示两个指标体系的趋势度为0.927。修正前指标体系的冗余度、灵敏度分别为0.903,0.030,修正后指标体系的冗余度、灵敏度分别为0.381,0.086。依据冗余度小于0.5,灵敏度小于5的判定标准,修正后的指标体系更为有效。

3 有色金属产业安全评价

3.1 评价方法

3.1.1 产业安全数据的标准化

由于各评价指标单位并不统一,因此在进行综合评价前有必要将各项指标进行标准化处理,将各项数据转化为统一尺度的得分。参考朱建民和魏大鹏^[8]的研究成果,给出如下标准化公式:

①对于指标值越大越安全的指标,例如劳动生产

率,本文给出如下标准化公式:

$$F_i = \frac{\text{分数上限} - \text{分数下限}}{\text{警限上限} - \text{警限下限}} \times (\text{指标值} - \text{警限下限}) \quad (4)$$

②对于指标值越小越安全的指标,例如废水排放系数,本文给出如下标准化公式:

$$F_i = \frac{\text{分数上限} - \text{分数下限}}{\text{警限上限} - \text{警限下限}} \times (\text{警限上限} - \text{指标值}) \quad (5)$$

③对于指标处于某一点最安全,离开该点越远越不安全,例如出口对外依存度。需要分情况进行处理。当指标落在安全状态的区间时,按如下公式进行计算:

$$F_i = \frac{\text{分数上限} - \text{指标值}}{\text{警限上限} - \text{警限下限}} \times \frac{\text{警限上限} - \text{警限下限}}{2}$$

表6 产业安全状态等级界定与警限值设定

指标	安全状态			
	安全(80~100)	基本安全(50~80)	不安全(20~50)	危机(0~20)
市场需求增长率(MDGR)	15%	10%~15%	5%~10%	5%以下
R&D经费投入强度(RDII)	4%以上	2.5%~4%	1%~2.5%	1%以下
利润率(PM)	6%以上	4%~6%	2%~4%	2%以下
产业贸易竞争力指数(TC)	0.2~0.5	-0.05~0.2	-0.5~-0.05	-0.5以下
国内资本份额(MCS)	95%以上	85%~95%	70%~85%	70%以下
产业进口对外依存度(FDII)	5%以下	5%~10%	10%~50%	50%以上
产业出口对外依存度(EDIE)	5%以下	5%~10%	10%~15%	15%~100%

资料来源:作者自行整理

3.1.3 综合评价方法

借鉴史欣向等^[11]的研究方法,本文构建如下产业安全评价模型:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \times X_i \quad (7)$$

其中S为产业安全度, X_i 为各二级指标得分, W_i 为二级指标权重。为了避免专家打分法等主观方法的缺陷,本文采用熵权法进行权重计算,具体结果见表7。

表7 熵权法权重计算结果

指标	权重	指标	权重
市场需求增长率	0.11	国内资本份额	0.12
R&D经费投入强度	0.10	产业进口对外依存度	0.15
成本利润率	0.18	产业出口对外依存度	0.16
产业贸易竞争力指数	0.18		

资料来源:作者自行整理

3.2 评价结果与分析

表8 产业安全评价结果

指标	“十五”时期						“十一五”时期				“十二五”时期				
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MDGR	45	81	82	81	80	71	85	22	59	81	45	64	37	41	48
评级	C	A	A	A	A	B	A	C	B	A	C	B	C	C	C
RDII	12	14	3	8	14	13	12	9	70	14	10	13	13	13	14
评级	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D
PM	37	38	60	80	85	90	91	77	73	83	81	62	43	44	36
评级	C	C	B	A	A	A	A	B	B	A	A	B	C	C	C
TC	25	33	33	35	34	36	27	26	17	19	22	28	33	19	19
评级	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	C	C	C	D	D
MCS	61	53	57	49	42	44	44	38	37	41	44	47	46	47	48
评级	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
FDII	11	10	11	11	12	14	14	15	14	15	15	16	18	18	19

续表 8

	“十五”时期							“十一五”时期				“十二五”时期			
评级	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
EDIE	19	17	17	17	18	18	20	42	55	24	30	33	27	77	90
评级	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	B	A
S	29	34	37	41	41	42	42	35	45	40	37	38	32	38	40
评级	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

伴随产业的发展而改善,常年处于危机状态,这与该行业的竞争机制以及知识产权保护不足有关。行业的利润率在2001~2007年之间保持持续上升,后续变化趋势与市场需求增长率较为相似,在2008年显著下降后于2009~2010年逐渐恢复到金融危机前的水平,并在进入“十二五”时期之后出现小幅下降,这与外部冲击以及国内政策有关。产业贸易竞争力指数在整个样本区间呈现倒U字形的变化趋势,于2009年达到了顶点,这与世界宏观经济形势以及国内经济刺激计划的实施密不可分。国内资本份额的得分均不高,在样本区间呈现出U字形的变化趋势,一方面说明我国有色金属产业对外资的引入力度较大,另一方面也说明,外资投入较容易受到世界宏观经济形势的影响。产业进口对外依存度在样本区间均处在危机状态,造成这一现象的原因主要是因为我国资源禀赋决定大量铜等常用有色金属需要进口。然而从趋势上看进口对外依存度在持续改善,造成这一现象的原因是国内有色金属投资增加产能快速扩大,因而减少了相关产品的进口。反观出口依存度在2008~2009年间出现了较大幅度的变化,这意味着国外市场的需求相比国内市场有了大幅度的减少,进而造成出口依存度降低。在2014~2015年间,出口对外依存度出现了明显的好转,这是得益于我国出口转内销的整体战略。

3.2.2 产业安全驱动因素分析

前文分析了产业安全各指标的变化趋势,但对各指标对产业安全度变化的贡献大小并未进行定量分析,为此本文计算样本区间内各指标变化对产业安全度的影响大小,寻找产业安全的主要驱动因素。各指标的年变化值如图1所示。

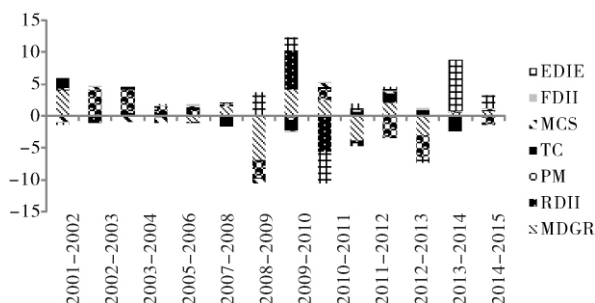


图1 各年产业安全变化因素

从图1中可以看出,2007年之前我国有色金属产业安全态势一直处于改善的状态,但是改善的幅度在逐年降低。2007年之后变化趋势则开始震荡,其中2007~2010年间波动幅度较大。就驱动因素而言,造成2001~2002年和2006~2007年间产业安全态势改善的主要因素为市场增长率,2002~2006年为利润率。在2007~2008年之间,市场增长率放缓是导致我国有色金属产业安全态势出现恶化最重要的因素,其次是利润率的降低。2008~2009年间,产业安全态势出现了较高的反弹,从图中可以看

到,造成这种反弹的原因是因为研发投入强度增加、市场增长率恢复以及出口对外依存度降低的综合作用结果。从此处可以看出这种恢复事实上并不稳固,因为主要依靠的是研发投入强度,其本质上是市场增长率变化所致,另一方面也反映出了我国有色金属产业的研发投入支出不符合市场规律。在此期间利润率和竞争力指数则进一步恶化。在2009~2010年间,市场增长率和研发投入强度出现了大反转,表现出大幅度的降低。2010年之后,产业安全态势出现了反复的波动,主要以利润率、市场需求增长率、出口依存度为主要驱动因素。

在分析了造成各年产业安全态势出现变化的因素之后,本文进一步从长期的角度对产业安全态势进行分析,对“十五”期间、“十一五”期间和“十二五”期间的产业安全驱动因素进行了分析。从图2中可以看出,在“十五”期间我国有色金属产业安全度的提升主要得益于利润率的上升以及市场增长率的增长。在这一阶段,我国有色金属产业的出口依存度不断增高,产业国际竞争力也有略微增长。“十一五”期间我国有色金属产业安全的整体变化幅度相对较小,其中仅有产业国际竞争力指数出现了大幅减少。“十二五”期间是三个阶段中波动幅度最大的一个时期。这一时期出口对外依存度有大幅降低,而利润率则出现了大幅度下降,国内市场增长率也出现了大幅度减少。

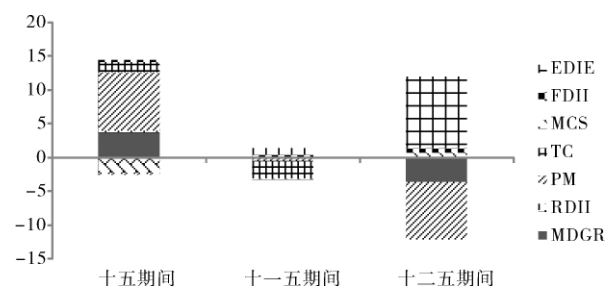


图2 “十五”至“十二五”期间驱动因素分析

4 结语

高技术制造业对于有色金属材料的需求,使得有色金属产业成为了新材料、新汽车等战略性新兴产业的辅助行业。有色金属产业安全不仅关系到自身行业的经济效益,更是关系到其下游行业的竞争力,甚至涉及到国防工业的发展和整个国家的经济安全与国防安全。

本文在回顾以往产业安全研究成果的基础上,根据我国有色金属产业特点提出了适用于评价我国有色金属产业安全的初步指标体系。根据该指标体系本文基于信息可替代性的原理使用2001~2015年间的相关数据对该指标体系进行了修正,筛选出评价我国有色金属产业安全的核心指标。在采用熵权法计算出指标权重的基础上,对“十五”至“十二五”时期我国有色金属产业安全状况进行了评估并分析了导致该期间产业安全状态发生变化的驱动因素。研究发现:利润率、产业国际 (下转第60页)

1992, 107(2):407-437.

- [4] Coleman J S. Social Capital in the Creation of Human Capital[J]. American Journal of Sociology, 2015(94):95-120.
- [5] 陈琦. 技术溢出、人力资本与创新绩效——基于大国与小国的经验比较[J]. 软科学, 2013, 27(7):33-36.
- [6] Koroglu B A, Ecerel T O. Human Capital and Innovation Capacity of Firms in Defense and Aviation Industry in Ankara [J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2015 (195): 1583-1592.
- [7] Alexe C M, Alexe C G. Human Capital Practices Drive Innovation in Romania[J]. Procedia Engineering, 2017(181):943-950.
- [8] 许秀梅. 技术资本、人力资本如何提升公司绩效?——来自大样本的多视角分析[J]. 科研管理, 2017, 38(5):64-76.
- [9] 陈元志, 陈劲, 吉超. 中国不同类型企业技术创新效率的趋势与比较[J]. 科研管理, 2018(5).
- [10] 亨利·埃茨科威兹, 埃茨科威兹, 周春彦. 国家创新模式: 大学、产业、政府“三螺旋”创新战略[M]. 东方出版社, 2014. 43-55.
- [11] 李扬, 樊霞, 章熙春. 产业科学关联度视角下的产学研合作关系强度及创新质量研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2017(12):12-25.
- [12] 王纬超, 武夷山, 潘云涛. 中国高校合作强度及官产学研合作的

(上接第42页)竞争指数、市场增长率、研发投入强度、对外依存度、国内资本份额是评价我国有色金属产业安全的核心指标;整体上我国有色金属产业安全从“十五”到“十二五”期间处在不安全的状态,研发投入强度常年偏低,进口对外依存度一直过高是造成这种状况的主要原因;利润率、市场增长率和出口对外依存度是主导我国2001~2015年有色金属产业安全度变化的因素。

提升有色金属产业安全,本质上就是改善有色金属产业发展环境,提升有色金属产业竞争力,控制国外资本投入比例和产业对外依存度。综合考虑有色金属产业现实情况与本文研究结论,本文给出如下提升有色金属产业安全的政策建议:

第一,改善产业竞争环境,完善产业创新体系。政府需推动产业结构调整,优化现有组织结构,通过市场机制将生产效率低下的企业清除出市场,对生产效率高的企业追加投资,帮助其提升生产技术,改善生产条件。政府应当进一步完善以企业为主体、产学研相结合的科技创新体系,加强高校、科研院所的基础研究工作,鼓励其进行应用创新,建立研发成果的转化机制,增强成果转化,发挥其创新积极性。在此基础上,政府应当有序推进有色金属行业的科技基础设施建设、科技创新人才建设,为技术创新提供有力保障。

第二,加速产业市场化建设,树立公平的竞争机制。有色金属产业亟需树立公平的竞争机制,政府需加大保护知识产权,引入民营资本,同时消除对民营资本的歧视,在政策制定与实施过程中,将资源倾斜到高效率的技术型企业。特别是在并购中,必须通过制定健全和完善的产业整合相关规章制度,维持公平竞争市场环境,以市场化方式鼓励主导企业进行整合,形成产业主导企业。构建以产业主导企业为主,中小企业为辅的市场结构。同时鼓励国内企业走出去,通过参与发达国家市场竞争,在竞争中成长。

参考文献:

- [1] Shao Y, Wang S. Productivity Growth and Environmental Efficiency of the Nonferrous Metals Industry: An Empirical Study of China [J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 137: 1663-1671.

量化研究[J]. 科学学研究, 2013, 31(9):1304-1312.

- [13] Chames A, Cooper W W, Phodes E. Easuring the Efficiency of DMU[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 11(6):429-444.
- [14] Battese G E, Coelli T J. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1-2):153-169.
- [15] 庄涛, 吴洪. 基于专利数据的我国官产学研三螺旋测度研究——兼论政府在产学研合作中的作用[J]. 管理世界, 2013(8):175-176.
- [16] 钱晓桦, 迟巍, 黎波. 人力资本对我国区域创新及经济增长的影响——基于空间计量的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(4):107-121.
- [17] 姚潇颖, 卫平, 李健. 产学研合作模式及其影响因素的异质性研究——基于中国战略新兴产业的微观调查数据[J]. 科研管理, 2017, 38(8):1-10.
- [18] Ernst D. Catching-up Crisis and Industrial Upgrading: Evolutionary Aspects of Technological Learning in Korea's Electronics Industry[J]. Asia Pacific Journal of Management, 1998, 15(2):247-283.

(责任编辑:冉春红)

- [2] Tiess G. Minerals Policy in Europe: Some Recent Developments [J]. Resources Policy, 2010, 35(3):190-198.
- [3] Habib K, Hamelin L, Wenzel H. A Dynamic Perspective of the Geopolitical Supply Risk of Metals[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 133: 850-858.
- [4] Gemechu E D, Helbig C, Sonnemann G, et al. Import-based Indicator for the Geopolitical Supply Risk of Raw Materials in Life Cycle Sustainability Assessments[J]. Journal of Industrial Ecology, 2016, 20(1):154-165.
- [5] Kim P, Ando T. Oil and Metal Price Movements and BRIC Macro-economy: An Empirical Analysis[J]. International Journal of Business & Globalisation, 2012, 8(2):187-206.
- [6] Zhang Y J, Zhang L. Interpreting the Crude Oil Price Movements: Evidence from the Markov Regime Switching Model[J]. Applied Energy, 2015, 143:96-109.
- [7] Hu C, Liu X, Pan B, et al. The Impact of International Price Shocks on China's Nonferrous Metal Companies: A Case Study of Copper [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 168: 254-262.
- [8] 朱建民, 魏大鹏. 我国产业安全评价指标体系的再构建与实证研究[J]. 科研管理, 2013, 34(7):146-153.
- [9] 朱丽萌. 中国农产品进出口与农业产业安全预警分析[J]. 财经科学, 2007(6):111-116.
- [10] 王丽, 王苏生, 黄建宏. 我国零售业产业安全研究[J]. 中央财经大学学报, 2008(6):61-64.
- [11] 史欣向, 李善民, 王满四, 等. “新常态”下的产业安全评价体系重构与实证研究——以中国高技术产业为例[J]. 中国软科学, 2015(7):111-126.
- [12] Wang J, Zhao T. Regional Energy-environmental Performance and Investment Strategy for China's Non-ferrous Metals Industry: A Non-radial DEA Based Analysis[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 163: 187-201.
- [13] 谭飞燕, 张力, 李孟刚. 低碳经济视角下我国产业安全指标体系构建[J]. 统计与决策, 2016(16):57-60.
- [14] 陈洪海. 基于信息可替代性的评价指标筛选研究[J]. 统计与信息论坛, 2016, 31(10):17-22.
- [15] 付允, 刘怡君. 指标体系有效性的 RST 评价方法及应用[J]. 管理评论, 2009, 21(7):91-95.

(责任编辑:李映果)